

ROAD GRADE COMPUTING APPARATUS

Patent Number: JP2001050743

Publication date: 2001-02-23

Inventor(s): FUKUSHIMA SHIGEKI

Applicant(s): MITSUBISHI MOTORS CORP

Requested Patent: [JP2001050743](#)

Application Number: JP19990222903 19990805

Priority Number(s):

IPC Classification: G01C9/00; G01C21/00; G08G1/0969

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To facilitate accurate computing of a forward road grade by using a conventional navigation device in a road grade computing apparatus.

SOLUTION: Present position and traveling direction of an automobile are detected by an automobile position detection means 4a so as to convert coordinates of the automobile position into those on a map stored in a map information memory means 4b, and determine the present position and the traveling direction of the automobile. On the other hand, taking the automobile position as a traffic origin, a plurality of virtual points are set at predetermined distance intervals forwardly along a traveling road for the automobile by a road grade computing means 4d, while an elevation in a region wherein each virtual point is present is set as that for each virtual point on the basis of elevation information of an elevation information memory means 4e. And, a gradient between the automobile position and each virtual point is computed, while a forward road grade relative to the automobile is computed by averaging the gradients.

Data supplied from the esp@cenet database - l2

【特許請求の範囲】

【請求項1】自車の現在位置及び進行方向を検出する自車位置検出手段と、
道路を構成する複数の座標点のデータを記憶した地図情報記憶手段と、
所定の面積毎に区画された領域の標高情報を記憶した標高情報記憶手段と、
該自車位置検出手段からの位置情報を該地図情報記憶手段から得られる地図上に座標変換して該地図上における該自車の現在位置及び進行方向を判定する判定手段とをそなえるとともに、
該自車位置検出手段により検出された自車位置を起点として該自車の走行道路に沿って前方に所定距離毎に複数の仮想点を設定し、該標高情報記憶手段に記憶された該標高情報に基づいて各仮想点が存在する領域の標高を該各仮想点の標高とし、該自車位置と該各仮想点との間の勾配をそれぞれ算出するとともに、該各勾配を平均化して該自車の前方の道路勾配を算出する道路勾配算出手段をそなえていることを特徴とする。道路勾配算出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自車の走行道路前方の道路勾配を算出する、道路勾配算出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、複数の人工衛星からの電波を受信することにより自動車等の車両の現在位置を演算して、ディスプレイの道路地図上に表示するようにしたナビゲーションシステム（ナビゲーション装置）が広く普及している。このようなナビゲーションシステムには、一般にCD-ROM等の記録媒体がソフト（ナビソフト）として用いられており、このナビソフトに道路データ等の地図情報が格納されている。

【0003】また、道路データは具体的には座標点で管理されており、座標点を線で結ぶことにより道路が表示されるようになっている。各座標点は経度、緯度で管理されており、これが直交座標（XY座標）上のX値、Y値に置き換えられている。なお、このようなナビソフトには、XY座標以外にも高さ情報、即ち標高を入力するためのZ座標も設けられているが、現在、このZ座標には特にデータが入力されておらず、ナビソフトのみでは標高や道路勾配を知ることはできないのが現状である。

【0004】一方で、このようなナビゲーション装置を用いて自車位置情報に加えて自車の標高や道路勾配を算出できるようにしたいという要望もある。このような要望に対して、特開平9-304089号公報には、GPSを用いたナビゲーション装置の自車位置とメッシュ標高データとから自車の標高を求めるようにした技術が開示されている。ここで、メッシュ標高データとは国土地理院より提供される標高データであり、ナビソフトと同様にCD-ROM等の記録媒体の形態で入手することができ

るものである。このメッシュ標高データでは、全国の地図が、1辺の長さが50m又は10m程度の小さな正方形の領域に細かく区分され、各領域の中心の標高がそれぞれ記憶されている。

【0005】そして、ナビゲーションシステムから得られる地図を、このメッシュ標高データに重ね合わせて、現在の自車位置がどの領域にあるかを判定して、自車位置の存在する領域の標高を自車の標高として認識するのである。なお、このような技術以外にも、ナビソフトに格納された各座標点の標高データから道路の勾配を求めるようにした技術（特開平10-2412号公報）や、車両にカメラを取り付け、カメラから得られる画像情報に基づいて道路勾配を算出するようにした技術が提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の特開平9-304089号公報の技術では、単に自車の標高を算出するだけであり、前方の道路勾配を求めるものではなかった。また、標高データから勾配を求めるとしても、自車の現在位置の標高は求めることができるものの、自車の走行道路を判定しない限りは自車前方の道路座標を判定することができず、道路勾配を求めることはできないという課題があった。

【0007】また、特開平10-2412号公報の技術では、精度良く道路勾配を算出することができないという課題がある。すなわち、通常、ナビゲーション装置に格納された道路の座標点は、道路の曲がりに対応させて設定されており（カーブ路では座標間隔が短く、直線路では座標間隔が長い）、標高の変化点を考慮していないため、精度の点で問題がある。特に、直線道路においては座標間隔が大きくなり、その間の標高情報が抜けてしまうため精度良く道路勾配を算出することができないという課題がある。

【0008】さらに、カメラの画像情報を処理して前方の道路勾配を算出する技術では、夜間や悪天候時等、カメラの撮像条件が悪い時には道路勾配の計算が不安定になるという課題があった。なお、これらの技術以外にも、特開平6-333197号公報には、予め記憶媒体に道路上の坂道情報を記憶させておき、この坂道情報に基づいてディスプレイ上に坂道記号を付与する技術が開示されているが、実際には道路に坂道情報を付与したソフトは現在はなく、仮に道路に坂道情報を付与するとしても道路の坂道情報は膨大であるため、これを予め記憶媒体に記憶しておくのは多大な労力を要するという課題がある。

【0009】本発明は、このような課題に鑑み創案されたもので、従来のナビゲーション装置を用いて、前方の道路勾配を簡単に且つ精度良く算出できるようにした、道路勾配算出装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の道路勾配算出装置では、自車位置検出手段により自車の現在位置及び進行方向が検出されると、自車位置の座標が地図情報記憶手段に記憶された地図上の座標に変換されて自車の現在位置及び進行方向が判定される。一方、道路勾配算出手段により、自車位置を起点として自車の走行道路に沿って前方に所定距離の間隔で複数の仮想点が設定されるとともに、標高情報記憶手段の標高情報に基づいて各仮想点が存在する領域の標高が各仮想点の標高として設定される。

【0011】そして、自車位置と各仮想点との間の勾配がそれぞれ算出されるとともに、各勾配を平均化処理することにより自車の前方の道路勾配が算出される。これにより、自車の前方の道路勾配を簡単に且つ精度良く算出できるようになる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、図面により、本発明の一実施形態にかかる道路勾配算出装置について説明すると、図1はその要部構成を示す模式的な機能ブロック図、図2はその計算手法を説明するための模式図、図3はその動作の一例を説明するためのフローチャートである。

【0013】図示しない車両には、図1に示すようにGPSアンテナ1、FMアンテナ2、FM多重受信機3、ナビゲーション本体4及びディスプレイ（表示手段）5からなるナビゲーション装置等がそなえられている。また、ナビゲーション本体4には、自車の現在位置及び進行方向を検出する自車位置検出手段としてのGPS受信機4a及び道路を構成する複数の座標点のデータを記憶した地図情報記憶手段としてのナビソフト4b等が設けられている。なお、このナビソフト4bは、具体的には道路データ等の地図情報を格納したCD-ROM等の記録媒体である。また、このナビソフト4bは、ナビゲーション本体4の外部に設けられていてもよい。

【0014】GPSアンテナ1で受信された人工衛星からの電波は、上記GPS受信機4aに取り込まれ、このGPS受信機4aでは、受信した電波に基づいて自車の現在位置（緯度及び経度）を算出するようになっている。また、GPS受信機4aでは、自車の現在位置に加え、前回算出した位置情報と今回算出した位置情報とに基づいて、現在の車両の進行方向を算出するようになっている。

【0015】そして、上記GPS受信機4aで得られた現在位置をナビソフト4bに格納された地図上に座標変換して、自車の進行方向とともにディスプレイ5に表示するようになっている。また、FMアンテナ2及びFM多重受信機3は、道路渋滞情報等を含む電波を受信するためのものであり、GPS受信機4aでは、このFM多重受信機3からの情報に基づいてディスプレイ5に周囲の道路の渋滞状況等を表示するようになっている。

【0016】ところで、このナビゲーション本体4に

は、上記GPS受信機4aで得られた現在位置及び進行方向と、ナビソフト4bから得られる道路データに基づいて、ナビソフト4b上における自車の走行道路を推定又は判定する判定手段4cが設けられている。ここで、判定手段4cにおける走行道路の判定手法について簡単に説明すると、この判定手段4cでは、GPS受信機4aで自車位置及び進行方向が算出されると、この自車位置の座標データに基づいて、ナビソフト4b内に格納された複数の地図のうち、まず自車位置を含む地図（例えば縮尺1/25000相当）を選択するようになっている。そして、地図情報を選択した後は、自車の現在位置を地図上の座標に変換して、現在位置と進行方向とディスプレイ5に表示するようになっている。

【0017】次に、選択された地図上の道路を構成する全ての座標を読み込んで、各座標について自車位置との距離や道路の向きを計算するようになっている。判定手段4cでは、このような計算結果に基づいて、自車位置との距離しが所定距離（例えば100m）以下で、且つ道路の向きと自車の進行方向とのなす角度が所定値（例えば30°）以下で、且つ自車の前方に存在する座標点を前方座標候補点として検出するようになっている。また、このような前方座標候補点が複数ある場合には、自車との距離が最も短い座標を選択し、この座標をあらためて前方座標候補点として設定するようになっている。

【0018】そして、判定手段4cでは、上述のようにして設定された前方座標候補点を有する道路を自車が現在走行している道路であると判定するようになっているのである。次に、本発明の要部について説明すると、このナビゲーション本体4には、上記判定手段4c以外に、道路の勾配を算出する道路勾配算出手段4dが設けられている。また、この道路勾配算出手段4dは、図示するように、自車位置補正手段41と通過点設定手段（又は仮想点設定手段ともいう）42と演算手段と43とをそなえて構成されている。

【0019】さらに、図1に示すように、ナビゲーション本体4には、標高情報記憶手段としてのメッシュ標高データ4eをそなえており、道路勾配算出手段4dは、このメッシュ標高データ4eからの標高データ（標高情報）を用いて道路勾配を算出するようになっている。なお、メッシュ標高データ4eは、ナビゲーション本体4の外部に設けられていてもよい。

【0020】ここで、メッシュ標高データ4eは、従来技術で説明したように、国土地理院により提供される標高データであって、ナビソフトと同様にCD-ROM等の記録媒体の形態で入手することができるものである。このメッシュ標高データ4eには、道路等の地図情報は含まれていないが、メッシュ標高データ4eでは全国が小さな正方形の領域でメッシュ状に区分されており、各領域の中心の標高が記憶されている。なお、本実施形態では、1辺の長さが10m程度の小さな正方形を1つの領

域として全国を区分したメッシュ標高データが用いられている。

【0021】次に、上記各手段41～43の機能を説明しながらメッシュ標高データ4eを用いた道路勾配の算出手法を説明する。自車位置補正手段41は、GPS受信機4aで得られた自車位置情報とナビゲーションソフト4bの地図情報を比較して、自車位置が地図の道路上に位置していない場合には、自車位置を道路上に一致させるべく自車位置の補正を行なうものである。

【0022】すなわち、通常GPS受信機4aで得られた位置情報には、最大で100m程度の誤差が含まれており、GPS受信機4aで得られた自車位置が必ずしも道路上に一致するとは限らない。このため、自車位置補正手段41では、上記判定手段4cで設定された自車走行道路と自車位置とが一致するように補正を行なうようになっている。

【0023】例えば、図2において自車位置がX(x, y)であったとすると、この自車位置補正手段41では、上述した判定手段4cで判定された走行道路に向かって垂線を下ろし、この垂線と道路との交点Q0(mx0, my0)を自車位置とするようになっている。なお、図2において、x座標は経度を、y座標は緯度を示している。

【0024】補正自車位置Q0(mx0, my0)の算出手法の一例について、図2を用いて簡単に説明すると、まず、直線P0P1を表す式をY=aX+bとおき、P0(x0, y0), P1(x1, y1)を代入することにより、a, bを求めるようになっている。つまり、a, bは以下の式で表すことができる。

$$a = (y_1 - y_0) / (x_1 - x_0)$$

$$b = y_1 - a \cdot x_1$$

そして、上記a, bを用いて、mx0, my0は例えば以下のように表すことができる。

【0025】

$$mx_0 = x + a \cdot (y - ax - b) / (1 + a^2)$$

$$my_0 = y - (y - ax - b) / (1 + a^2)$$

次に、仮想点設定手段42により、走行道路上に自車の進行方向に沿って補正自車位置Q0を基準として所定距離L(例えば10m)毎に複数の仮想点(ここでは、Q1～Q5)が設定されるようになっている。ここで、所定距離Lは平面視上の距離であって、道路が傾斜している場合には、Lは実際の道のりとは異なるものとなる。なお、ナビソフト4bでは、道路情報は複数の座標点の集合として記憶されており、図2に示すように、隣接する各座標点を直線で結んで道路を近似している。この場合、隣接する座標点間の距離は、道路の状況によって異なるが通常30～50m程度であり、仮想点の設定間隔Lとしては、これよりも小さい値が好ましい。

【0026】そして、演算手段43では、ナビゲーションソフト4bで得られる地図上にメッシュ標高データ4

eを重ね合わせ、補正自車位置Q0及び各仮想点Q1～Q5が存在する領域(図2中網かけで示す領域)を取り出し、各点Q0～Q5が存在する領域の標高データをそれぞれ補正自車位置Q0及び各仮想点Q1～Q5における標高として設定するようになっている。

【0027】なお、厳密にはこの標高データは各領域の中心点の標高であり、各通過点の標高とは必ずしも合致しないが、上述したように、本実施形態で用いるメッシュ標高データ4eでは、各領域が10m四方の小さな領域であるため、通過点の存在する領域の標高を通過点の標高として用いても大きな誤差は生じない。また、誤差が生じたとしても、後述の平均化によりフィルタリングされ、誤差が吸収されるようになっている。

【0028】さて、上述のようにして、各仮想点の標高を求めた後、補正自車位置Q0の標高と各仮想点の標高差とから、補正自車位置Q0と各仮想点との間の勾配をそれぞれ算出し、これを平均化して、前方の道路勾配として算出するようになっている。具体的に、補正自車位置Q0及び仮想点Q1～Q5の標高をそれぞれZ0～Z5とすると、補正自車位置Q0から各仮想点Q1～Q5までの道路勾配α1～α5は以下のようになる。

【0029】

$$\alpha_1 = (Z_1 - Z_0) / L$$

$$\alpha_2 = (Z_2 - Z_0) / 2L$$

$$\alpha_3 = (Z_3 - Z_0) / 3L$$

$$\alpha_4 = (Z_4 - Z_0) / 4L$$

$$\alpha_5 = (Z_5 - Z_0) / 5L$$

そして、上記の各式を下式に代入して、平均道路勾配αAVEが算出されるようになっている。

【0030】

$$\alpha_{AVE} = (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5) / 5$$

そして、このようにして演算手段43で道路勾配が算出されると、この道路勾配を用いて、トランスマッションの変速制御やトラクションコントロール等が実行されるようになっている。なお、このようなトランスマッションの変速制御の具体例としては、例えば道路勾配に応じた変速段の切り替え制御や変速タイミングの変更が挙げられる。また、上述以外にも自動配光ランプや自動ブレーキシステム等の制御に本発明を適用してもよい。

【0031】本発明の一実施形態にかかる道路勾配算出装置は、上述のように構成されているので、その作用を説明すると以下のような。まず、図3のステップS1で、判定手段4cにより自車が現在走行している道路が判定される。すなわち、GPS受信機4aで自車位置(緯度及び経度)が検出されると、判定手段4cでは、この自車位置の座標データに基づいて、ナビソフト4bから自車位置を含む地図を選択し、地図上の道路を構成する全ての座標を読み込んで、各座標について自車位置との距離や道路の向き(地図上での傾き)を計算する。

【0032】そして、自車位置との距離が所定距離(例

えば100m)以下で、且つ道路の向きと自車の進行方向とのなす角度が所定値(例えば30°)以下で、且つ自車の前方に存在する座標点を前方座標候補点とする。また、このような前方座標候補点が複数ある場合には、自車との距離が最も短い座標を選択し、この座標をあらためて前方座標候補点とする。そして、上述のようにして設定された前方座標候補点を有する道路を自車が現在走行している道路であると判定する。なお、現在の走行道路を判定又は推定するようにな手法としては、上述のものに限定されるものではなく、他の手法により走行道路を判定してもよい。

【0033】次に、ステップS2に進み、GPS受信機4aで得られた自車位置を、上記ステップS1で判定された走行道路上に補正する。この場合、具体的には走行道路に対して自車位置から垂線を下ろして、この垂線と走行道路との交点を補正自車位置Q0として設定するのである。そして、ステップS3では、この補正自車位置Q0を基準にして、走行道路に沿って前方に所定距離L毎に複数の仮想点Q1～Q5を設定するとともに、メッシュ標高データ4eからの情報に基づいて各点Q0～Q5の位置する領域の標高を求め、この標高をあらためて各点Q0～Q5での標高と設定する。

【0034】各仮想点Q0～Q5の標高を設定した後、ステップS4に進み、補正自車位置Q0と各仮想点Q1～Q5との勾配 α_1 ～ α_5 をそれぞれ算出し、各勾配を平均化して、この平均化された勾配を前方の道路勾配として認識する。そして、その後ステップS5に進み、この道路勾配情報を用いてトランスマッション制御等を実行してからリターンする。

【0035】このように、本発明の一実施形態にかかる道路勾配算出装置によれば、自車位置検出手段(GPS受信機)4aからの自車位置情報と、標高情報記憶手段(メッシュ標高データ)4eからの標高情報を用いて、現在走行している道路の勾配を算出するので、前方の道路勾配を簡単に且つ精度良く知ることができるという利点がある。そして、このような道路勾配に応じて変速段制御やトラクションコントロール等を行なうことにより車両の安全性が大幅に向かうという利点がある。

【0036】また、メッシュ標高データの標高と各通過点Q0～Q5の標高とは必ずしも合致するとは限らないが、1辺が10m程度の小さな領域に区切られたメッシュデータを用いることで誤差を極力小さくすることができる。また、標高データに誤差が含まれていても、上述したように、各勾配を平均化することにより誤差をほとんどなくすことができ、道路勾配を正確に算出することができるという利点がある。

【0037】また、本発明によれば、カメラ等の撮像手段を必要としないので、夜間や悪天候時であっても安定して道路勾配の計算を行なうことができる利点もある。また、特別なセンサ等を必要とせず、従来のナビゲーション装置に対して標高情報記憶手段を追加するだけでよいので、コストや重量の増加を招くこともほとんどないという利点を有している。

【0038】また、GPS受信機4aで得られた位置情報の誤差により自車位置が地図上の道路とずれている場合であっても、自車位置補正手段41により自車位置が道路上に一致するように補正が行なわれるので、やはり正確な道路勾配を算出することができるという利点がある。なお、本発明の道路勾配算出装置は、上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々の変形が可能である。例えば、FMアンテナ2及びFM多重受信機3は必ずしも必要なものではなく、省略してもよい。また、自車が現在走行している道路を判定する手法は本実施形態のものに限定されるものではなく、他の手法を用いてもよい。さらには、上述では、本発明で算出された道路勾配をトランスマッション制御やトラクションコントロールに適用した例を説明したが、算出された道路勾配をどのように用いるかについては何ら限定されるものではない。

【0039】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の道路勾配算出装置によれば、自車位置を起点として自車の走行道路に沿って前方に所定距離の間隔で複数の仮想点を設定し、標高情報記憶手段の標高情報に基づいて各仮想点が存在する領域の標高を各仮想点の標高として設定するとともに、自車位置と各仮想点との間の勾配をそれぞれ算出し、算出された各勾配を平均化することで自車の前方の道路勾配を算出するので、現在走行している道路の前方の道路勾配を簡単に且つ精度良く知ることができるという利点がある。また、特別なセンサ等を必要とせず、従来のナビゲーション装置に対して標高情報記憶手段を追加するだけでよいので、コストや重量の増加を招くこともほとんどないという利点を有している。

【0040】また、本装置を変速段制御やトラクションコントロールや自動配光ランプ等に適用した場合には、車両の走行性能や安全性がさらに向上するという利点がある。また、本発明によれば、カメラ等の撮像手段を必要としないので、夜間や悪天候時であっても安定して道路勾配の計算を行なうことができる利点もある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態にかかる道路勾配算出装置の要部構成を機能的に示す模式的なブロック図である。

【図2】本発明の一実施形態にかかる道路勾配算出装置の計算手法を説明するための模式図である。

【図3】本発明の一実施形態にかかる道路勾配算出装置の動作の一例を説明するためのフローチャートである。

【符号の説明】

4 ナビゲーション本体

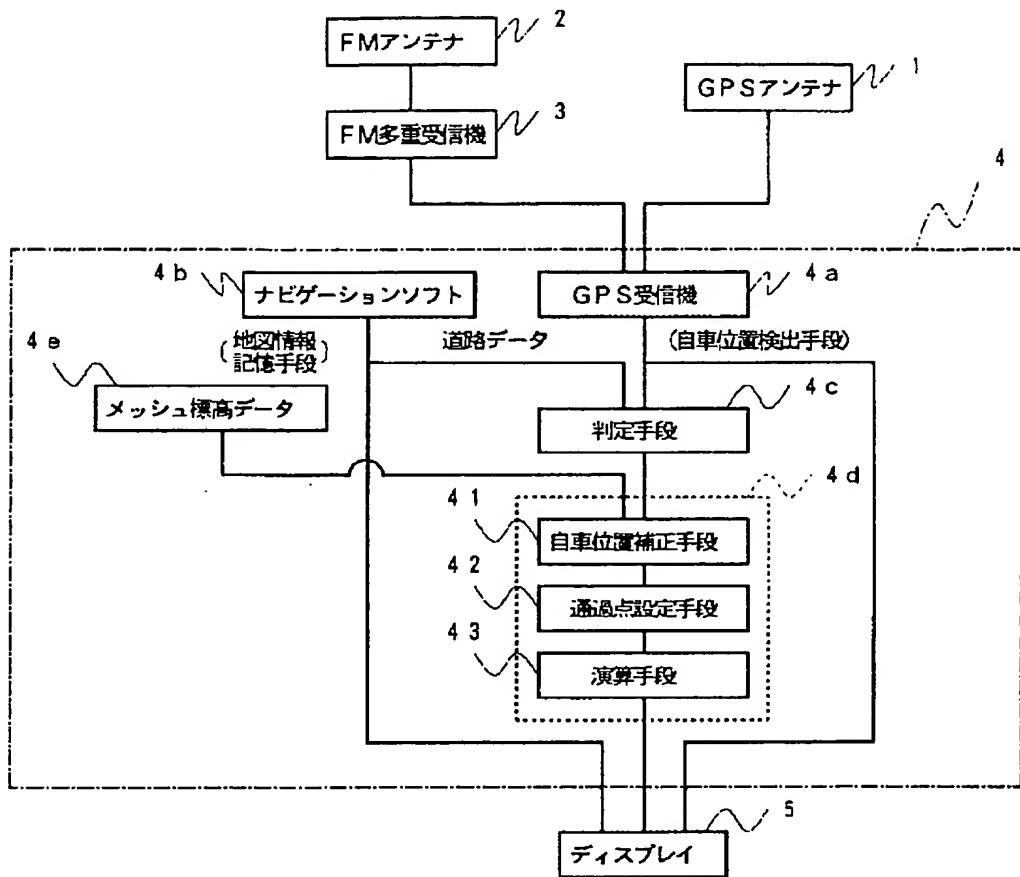
4a 自車位置検出手段(GPS受信機)

4b 地図情報記憶手段(ナビソフト)

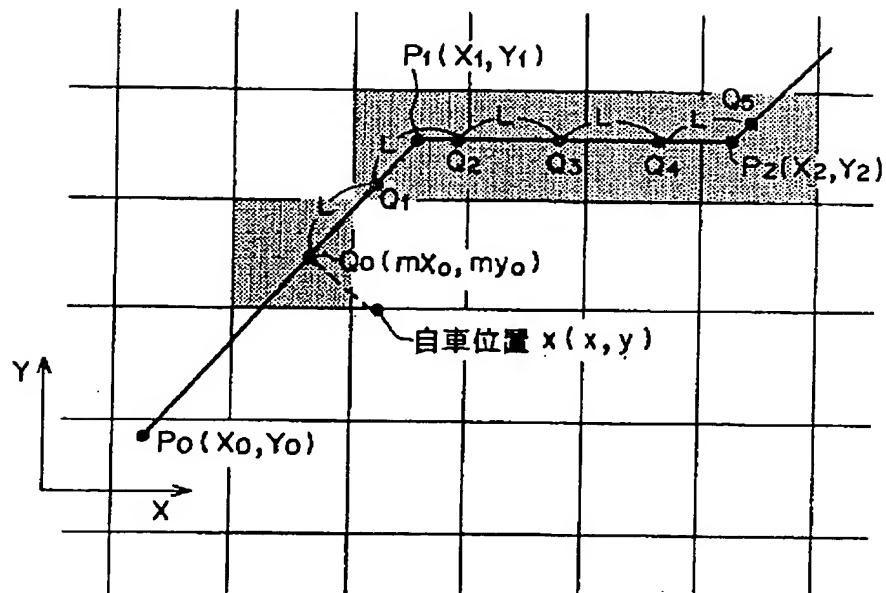
4 c 判定手段
 4 d 道路勾配算出手段
 4 e 標高情報記憶手段 (メッシュ標高データ)

4 1 自車位置補正手段
 4 2 通過点設定手段 (又は仮想点設定手段)
 4 3 演算手段

【図1】



【図2】



【図3】

